

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 282 665** (13) **C2**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

C21B 13/14 (2006.01)**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 30.09.2009)

(21)(22) Заявка: **2004128042/02**, 20.09.2004(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.09.2004(45) Опубликовано: **27.08.2006** Бюл. № 24(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2167944 C1, 27.05.2001. RU**
2139940 C1, 20.10.1999. US 5407179 A,
18.04.1995.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, а/я 18,
В.Г. Лисиенко

(72) Автор(ы):

Лисиенко Владимир Георгиевич (RU),
Ладыгина Наталья Владимировна (RU),
Юсфин Юлиан Семёнович (RU),
Дружинина Ольга Геннадиевна (RU),
Пареньков Александр Емельянович (RU)

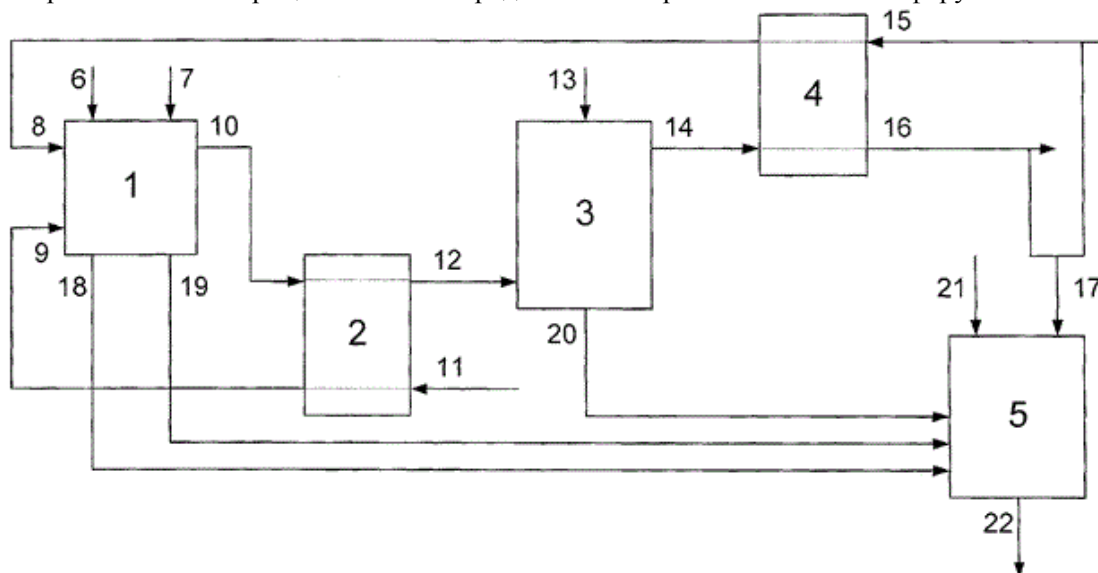
(73) Патентообладатель(и):

Региональное Уральское Отделение
Академии Инженерных Наук им. А.М.
Прохорова (RU)**(54) РЕКУПЕРАТИВНЫЙ СПОСОБ БЕСКОКСОВОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩЕГО РУДНОГО СЫРЬЯ С ПРЯМЫМ ЛЕГИРОВАНИЕМ ВАНАДИЕМ
СТАЛИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, в частности к процессам металлизации и электросталеплавному производству. Ванадийсодержащее рудное сырье металлизируют в печи металлизации с использованием в качестве восстановителя горячих восстановительных газов, поступающих из газификатора с жидкой ванной. В газификаторе с одновременным получением газа производятся горячие полупродукт и шлак, которые наряду с металлизованным сырьем печи металлизации поступают в электропечь для последующей плавки. Избытки тепла горячего восстановительного газа из газификатора с жидкой ванной и горячего экспортного газа печи металлизации параллельно используют в двух рекуператорах с коэффициентами рекуперации тепла не менее 0,7 для нагрева дутья нижних фурм и кислорода верхних фурм газификатора с жидкой ванной соответственно. Изобретение позволит удешевить процесс получения легированной ванадием стали, снизить

энергоёмкость процесса и вредные выбросы в атмосферу. 1 ил.



Изобретение относится к области металлургии, в частности к процессам металлизации и электросталеплавному производству.

Известен способ выплавки ванадиевых сталей [1, с.15, 16], при котором используется схема: доменная печь - конвертер, с получением конвертерного ванадиевого шлака, химическая переработка ванадиевого шлака с получением 60-70% оксида ванадия V_2O_5 - ферросплавное производство с получением железованадиевого сплава FeV, выплавка стали в электропечи с использованием феррованадия. Однако этот процесс очень энергоёмкий - он включает такие энергоёмкие процессы, как доменный и химическую переработку ванадиевого шлака, кроме того, потери ванадия в данной очень длинной цепочке составляют 68-70%.

Известен способ выплавки ванадиевой стали [2, с.20, 2, с.223], при котором производятся металлизованные ванадиевые окатыши с содержанием ванадия около 0,4-0,42% с последующим их использованием в электропечи и получением легированной ванадием стали. Однако в этом случае для процесса металлизации применяют восстановительные газы, полученные за счет конверсии дорогостоящего высококалорийного топлива - природного газа.

Известен также способ частичного восстановления руды и окатышей, причем процесс восстановления происходит в шахтной печи путем применения восстановительных газов, получаемых в газификаторе с жидкой ванной [3]. При этом способе возможно использование для газификации дешевого углеродсодержащего материала, как правило это низкосортные угли. Однако в этом случае не предусмотрено использование ванадийсодержащих материалов (окатышей) и последующее легирование стали ванадием, а температура газа, подаваемого в шахтную печь, составляет 850-900°C.

Известен также способ бескоксовой переработки ванадийсодержащего рудного сырья с получением легированной ванадием стали [4], в котором из ванадийсодержащего сырья дополнительно получают ванадийсодержащий полупродукт и шлак в плавильном газификаторе с жидкой ванной при газификации угля и углеродсодержащих материалов с одновременным получением горячего восстановительного газа, который с температурой 850-1050°C и с расходом 2000-2700 м³/т сырья подается в шахтную печь для металлизации ванадийсодержащего сырья, при этом получаемый ванадийсодержащий полупродукт и шлак, помимо металлизованного ванадийсодержащего сырья, используют в качестве дополнительной металлошихты для процесса плавки в дуговой печи. Кроме того, экспортный газ из печи металлизации используют в качестве дополнительного топлива в электропечи. Однако в этом случае не предусмотрено использование тепла горячих восстановительных газов, поступающих в шахтную печь из газификатора, и тепла экспортного газа из печи металлизации.

Таким образом, известен способ бескоксовой переработки ванадийсодержащего рудного сырья с получением легированной ванадием стали [4], при котором предусмотрено использование в шихте электропечи одновременно ванадийсодержащего полупродукта и металлизованного ванадийсодержащего сырья и который наиболее близок к предлагаемому техническому решению и выбран в качестве прототипа.

Основным недостатком этого способа являются значительные потери тепла горячих восстановительных газов, которые выходят из газификатора с жидкой ванной при температуре 1300-1800°C в зависимости от степени их дожигания, а должны поступать с охлаждением и потерей тепла в шахтную печь с температурой 850-1050°C, а также потери тепла экспортного газа из печи металлизации, температура которого на выходе из печи составляет 600-650°C и требует дополнительного охлаждения.

Целью предлагаемого изобретения является удешевление процесса получения легированной ванадием стали, снижение энергоемкости процесса и вредных выбросов в атмосферу.

Указанная цель достигается тем, что ванадийсодержащее сырье (например, ванадиевые окатыши или брикеты) с содержанием ванадия до 0,4-0,5% проходит восстановительную стадию металлизации в печи металлизации, например в шахтной печи, причем в качестве восстановителя используются горячие восстановительные газы, получаемые при газификации углеродсодержащих материалов, например угля или любых отходов в жидкой расплавленной ванне. При этом температура горячих восстановительных газов при восстановлении ванадийсодержащих окатышей должна составлять 900°C. Однако температура на выходе печи жидкофазного восстановления составляет 1420°C при степени дожигания горячих восстановительных газов 20%. По предлагаемому способу горячие восстановительные газы с температурой 1420°C поступают сначала в струйный рекуператор, а затем с выхода рекуператора в шахтную печь. Тепло горячих восстановительных газов используется для нагрева кислородсодержащего дутья нижних фурм печи жидкофазного восстановления. Печь жидкофазного восстановления работает в смешанном режиме и при загрузке в качестве рудной части ванадийсодержащего сырья обеспечивает, помимо получения горячих восстановительных газов, также получение полупродукта с содержанием ванадия до 0,5%. Нагрев кислорода верхних фурм по предлагаемому способу осуществляется за счет использования тепла экспортного газа шахтной печи, поступающего в трубчатый рекуператор с температурой 600-650°C. Металлизированное ванадийсодержащее сырье, например окатыши, ванадийсодержащие полупродукт и шлак используются в качестве шихты дуговых электропечей с получением ванадийсодержащей стали с содержанием ванадия до 0,4%. При этом за счет использования горячего дутья нижних фурм и горячего кислорода верхних фурм снижается расход топлива на процесс жидкофазного восстановления, в частности снижается расход угля на 9-10% по сравнению с использованием холодного дутья и кислорода.

При этом выдерживаются следующие параметры технологического режима.

Основным продуктом плавки в электропечи является ванадийсодержащая сталь с содержанием ванадия до 0,4%. При этом металлическая часть шихты состоит из ванадийсодержащего металлизированного рудного сырья (например, окатышей) с содержанием ванадия $V=0,4-0,5\%$, получаемого в печи металлизации, и ванадийсодержащего полупродукта с содержанием ванадия до 0,5%, получаемого в газификаторе с жидкой ванной при его работе в смешанном режиме (с одновременным получением восстановительного газа, металлического продукта и шлака).

В печь металлизации загружается ванадийсодержащее рудное сырье, например окатыши, с содержанием ванадия $V=0,4-0,5\%$, а процесс восстановления проводят горячим восстановительным газом с температурой 900°C и содержанием $CO=50-55\%$, $H_2=15-20\%$, $CO_2=10-15\%$, получаемым в газификаторе с жидкой ванной, до степени металлизации 0,88-0,92%. Расход горячего восстановительного газа составляет 1700-1750 м³/т окатышей.

Температура экспортного газа на выходе печи металлизации составляет 600°C. Горячий экспортный газ поступает в трубчатый рекуператор для нагрева кислорода. При степени рекуперации 0,7 кислород нагревается до температуры 420-440°C и подается из трубчатого рекуператора на верхние фурмы газификатора с жидкой ванной.

В газификатор с жидкой ванной загружают углеродсодержащий материал, например уголь или любые отходы, с расходом 2-2,2 т/т выплавляемого полупродукта, а также ванадийсодержащее рудное сырье (например, титаномагнетитовые ванадийсодержащие руды, ванадийсодержащие окатыши или брикеты) с содержанием ванадия до 0,4-0,5% с расходом 1,5-1,7 т/т выплавляемого полупродукта. При этом подается дутье нижних фурм с расходом 1400-1500 м³/т полупродукта с температурой 360-390°C и кислород нижних фурм с расходом 300-400 м³/т полупродукта с температурой 420-440°C.

Помимо ванадийсодержащего полупродукта при работе печи жидко-фазного восстановления в смешанном режиме обеспечивается получение горячих восстановительных газов с выходом 4480-4520 м³/т полупродукта. При степени дожигания горячих восстановительных газов 20% их температура составляет 1420°C. С выхода газификатора горячие восстановительные газы поступают в струйный рекуператор, где обмениваются теплом с кислородсодержащим дутьем, которое затем подается на нижние фурмы печи с жидкой ванной. Из струйного рекуператора охлажденные до 900°C восстановительные газы поступают в печь металлизации. При степени рекуперации 0,7 температура дутья нижних фурм, нагретого за счет тепла горячих восстановительных газов, составляет 360-390°C.

На чертеже представлено устройство, реализующее предлагаемый способ.

Оно содержит газификатор 1, струйный рекуператор 2, печь для металлизации 3, трубчатый рекуператор 4, электросталеплавильную печь 5.

Устройство работает следующим образом. В газификатор 1 через засыпное устройство подают углеродсодержащий материал 6, например уголь или любые углеродсодержащие отходы, ванадийсодержащее рудное сырье 7. На верхние фурмы 8 подают нагретый в трубчатом рекуператоре 4 кислород, на нижние фурмы 9 подают нагретое в струйном рекуператоре 2 кислородсодержащее дутье. Получаемые в процессе жидкофазного восстановления и газификации горячие восстановительные газы через патрубок 10 подаются в струйный рекуператор 2, где отдают часть тепла холодному дутью 11, которое после нагрева с выхода струйного рекуператора 2 поступает на нижние фурмы 9 печи жидкофазного восстановления 1. Охлажденные до требуемой для процесса металлизации температуры горячие восстановительные газы из струйного рекуператора 2 поступают в распределительное устройство 12 печи металлизации 3.

В печь металлизации 3 через засыпное устройство 13 загружается ванадийсодержащее рудное сырье, например окатыши. Отработанный в шахтной печи 3 горячий экспортный газ отводится через патрубок 14 и поступает в трубчатый рекуператор 4, где отдает часть тепла холодному кислороду 15, который после нагрева с выхода трубчатого рекуператора 4 подается на верхние фурмы 8 печи жидкофазного восстановления 1. Охлажденный экспортный газ 16 отводится из трубчатого рекуператора 4 как отработанный и может частично использоваться как добавка к природному газу при его сжигании в топливно-кислородных горелках 17.

Из печи жидкофазного восстановления 1 в процессе плавки через выпускные отверстия 18 и 19 отводятся соответственно ванадийсодержащий шлак и ванадийсодержащий полупродукт и поступают в электропечь 5. Получаемый в процессе восстановления в печи 3 металлизированный ванадийсодержащий продукт 20 поступает через загрузочное устройство в дуговую электропечь 5.

В дуговой электропечи 5 с помощью электроэнергии, подаваемой через электроды 21, осуществляется процесс плавления шихты с получением легированной ванадием стали 22.

Преимуществом данного способа является снижение расхода топлива (угля на 10%, дутья на 12%, кислорода на 10%) и соответственно энергоемкости на процесс жидкофазного восстановления за счет использования тепла горячих восстановительных газов на нагрев дутья нижних фурм, а также за счет использования тепла экспортного газа с выхода печи металлизации для нагрева кислорода верхних фурм печи жидкофазного восстановления. При этом улучшаются эксплуатационные характеристики выплавки стали за счет отсутствия необходимости принудительного охлаждения горячих восстановительных газов и горячего экспортного газа. При снижении расхода топлива соответственно снижается выход продуктов сгорания (горячих восстановительных газов) и, таким образом, уменьшается количество вредных выбросов в атмосферу от экспортного газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бескоксовая переработка титаномагнетитовых руд // В.А.Ровнушкин, Б.А.Боковиков, С.Г.Братчиков и др. - М.: Металлургия, 1988. 246 с.
2. Смирнов Л.А., Дерябин Ю.А., Шаврин С.В. Металлургическая переработка ванадийсодержащих титаномагнетитов. - Челябинск: Металлургия (Челябинское отделение), 1990, 255 с.
3. Corex (R). Revolution in Ironmaking. Voest Alpine Industrieanlagenbau. Linz. 1994. P.21.
4. Пат. №2167944. Способ бескоксовой переработки ванадийсодержащего рудного сырья с получением легированной ванадием стали. / В.Г.Лисиенко, В.А.Роменец, А.Е.Пареньков и др. Приоритет от 11.08.98 г., Бюл. №15, 27.05.2001.

Формула изобретения

Рекуперативный способ бескоксовой переработки ванадийсодержащего рудного сырья с прямым легированием ванадием стали, включающий металлизацию ванадийсодержащего рудного сырья в шахтной печи металлизации с использованием в качестве восстановителя горячих восстановительных газов, поступающих из газификатора с жидкой ванной, где с одновременным получением газа производятся горячие полупродукт и шлак, которые наряду с металлизированным сырьем печи металлизации поступают в электропечь для последующей плавки, отличающийся тем, что избытки тепла горячего восстановительного газа из газификатора с жидкой ванной и горячего экспортного газа печи металлизации параллельно используют в двух рекуператорах с коэффициентами рекуперации тепла не менее 0,7 для нагрева дутья нижних фурм и кислорода верхних фурм газификатора с жидкой ванной соответственно.

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: [2004128042](#)

Дата прекращения действия патента: **21.09.2006**

Извещение опубликовано: [20.05.2008](#) БИ: 14/2008